

DINAMIKA CADANGAN KARBON AKIBAT PERUBAHAN TUTUPAN LAHAN MENJADI LAHAN PERMUKIMAN DI KOTA PADANG SUMATERA BARAT

Dynamics of Carbon Stocks Changes from Land Cover into Land Settlement in the Padang City, West Sumatra

Dedi Hermon

Fakultas Geografi dan Pascasarjana
Universitas Negeri Padang (UNP)
E-mail: dihermon006@gmail.com

ABSTRACT

The purpose of this study was to analyse the dynamics of carbon stocks changes from land cover into land settlement in the Padang City, West Sumatra. Method to formulate the change of landcover into land settlement in the Padang City is the analysis of Landsat Imagery 5+TM 1988, Landsat 7+ETM Image of 1998 and Landsat 7+ETM Image of 2008. Stratified Sampling Technique was Purpose Composite plot refers to the technique, but in this study carried out modification to the size of the plot which is then converted to the extend of each hectare of land cover. estimating tree biomass using the equation according Kattering allometric, (2001). The result of the research conducted found that the dynamics of carbon stocks always decline from 1988, 1998 and 2008. this is caused by a reduction in forest area, shrubs, gardens, and fields are consistently due to the increased amount of land used for settlement.

Keywords: dynamics of carbon reserves, land cover, biomass

ABSTRAK

Tujuan penelitian ini adalah menganalisis perubahan cadangan karbon akibat perubahan tutupan lahan menjadi lahan permukiman di Kota Padang, Sumatera Barat. Perubahan tutupan lahan menjadi lahan permukiman di Kota Padang di analisis dari Citra Landsat TM+5 tahun 1988, Citra Landsat ETM+7 tahun 1998, dan Citra Landsat ETM+7 tahun 2008. Analisis ini menggunakan GIS ERDAS 8.6. Teknik pengambilan sampel adalah stratified purposive komposit sampling yang mengacu pada teknik plot, tapi dalam penelitian ini dilakukan modifikasi ukuran plot yang kemudian dikonversi pada luasan hektar dari masing-masing tutupan lahan. Pendugaan biomassa pohon menggunakan persamaan allometrik (Kattering, 2001), yaitu $BK=0,11\bar{n}D^{2.62}$ dimana D (diameter pohon setinggi dada, cm) dan \bar{n} (berat jenis kayu). Hasil analisis perubahan tutupan lahan di Kota Padang diketahui bahwa pada tahun 1988, luasan lahan permukiman adalah 3.157 ha, pada tahun 1998 berkembang menjadi 10.168 ha, dan tahun 2008 berkembang menjadi 16.608 ha.

Kata kunci: cadangan karbon, tutupan lahan, biomassa

PENDAHULUAN

Pembangunan yang pesat telah menyebabkan perubahan tutupan lahan, dimana lahan terbangun semakin mendominasi dan mendesak lahan-lahan alami (hutan) untuk berubah fungsi. Sejalan dengan perkembangan kota, dengan semakin besar desakan terhadap lahan-lahan dan wilayah-wilayah yang tergolong sebagai kawasan cadangan karbon alami (hutan), mengakibatkan terjadinya perubahan-perubahan cadangan karbon pada setiap tahunnya (Harun, 1992; Kustiawan, 1997; Pribadi *et al.*, 2006).

Karbon sangat mempengaruhi terjadinya perubahan iklim, sehingga akan berdampak negatif pada keberlanjutan bumi beserta isinya. Lusiana *et al.*, (2005); Departemen Kehutanan dan IFCA (2007); serta WWF (2008), menjelaskan bahwa sekitar 20% dari emisi gas rumah kaca (GRK) dunia disebabkan oleh deforestasi atau perubahan tutupan lahan hutan menjadi lahan permukiman. Emisi dari penggunaan lahan, perubahan penggunaan lahan dan kehutanan Indonesia pada tahun 2000 diperkirakan seluas 2.563 Mt CO₂, atau sama dengan 20 % dari total emisi perubahan lahan dan hutan dunia, sebagian besar penyumbang emisi ini adalah deforestasi dan degradasi hutan.

Kota Padang merupakan ibu kota Propinsi Sumatera Barat yang berbatasan dengan Kabupaten Pesisir Selatan di bagian utara, di bagian selatan berbatasan dengan Kabupaten Padang Pariaman, di bagian timur berbatasan dengan Kabupaten Solok, dan di sebelah barat berbatasan dengan Samudera Indonesia. Kota Padang memiliki topografi yang heterogen dengan tipe relief datar-berbukit, pada bagian timur dan selatan kota umumnya didominasi oleh hutan primer, sedangkan permukiman umumnya terkonsentrasi pada pusat kota dan memanjang mengikuti pantai. Selain itu, juga terdapat penggunaan

lahan sawah, kebun campuran, semak, dan sedikit lahan terbuka.

Dinamika perubahan tutupan lahan (hutan) menjadi lahan permukiman terus terjadi. Ritohardoyo (2007) menjelaskan bahwa hakekat perkembangan permukiman desa di setiap wilayah adalah perubahan, yang dapat terjadi secara terencana maupun secara tidak terencana. Hal ini berakibat pada perkembangan kuantitas dan kualitas permukiman bervariasi secara keruangan. Selanjutnya Dahroni (2008) menambahkan bahwa permukiman tidak akan berhenti sebagai sumber masalah dalam sejarah kehidupan manusia. Di Kota Padang pada tahun 1980 luas perubahan tutupan lahan menjadi lahan permukiman adalah 3.044,20 ha, tahun 1995 bertambah menjadi 8.288,28 ha, dan pada tahun 2005 berkembang menjadi 12.444,21 ha dari luas lahan Kota Padang seluas 69.496,00 ha (BPS Kota Padang tahun 1981, 1995, dan 2006). Perubahan tutupan lahan menjadi lahan permukiman umumnya terjadi pada Kecamatan Lubuk Kilangan, Kecamatan Bungus Teluk Kabung, Kecamatan Koto Tangah, dan Kecamatan Padang Selatan, yang tergolong pada wilayah perbukitan dengan vegetasi hutan. Tujuan yang ingin di capai adalah diketahuinya dinamika cadangan karbon akibat terjadinya perubahan tutupan lahan menjadi lahan permukiman di Kota Padang.

METODE PENELITIAN

Rumusan dinamika perubahan tutupan lahan menjadi lahan permukiman adalah menurut Zain (2002), dengan melakukan interpretasi Citra Landsat 5+TM tahun 1988, Citra Landsat 7+ETM tahun 1998, dan Citra Landsat 7+ETM tahun 2008 dengan alat analisis ERDAS 8.6. Klasifikasi tutupan lahan dianalisis dengan teknik *su-*

pervised classification pada masing-masing citra, sehingga dirumuskan enam pola tutupan lahan sementara, yaitu: (1) hutan, (2) kebun, (3) semak, (4) lahan terbuka, (5) sawah, dan (6) permukiman. Melakukan analisis perubahan luas lahan (ha) pada masing-masing tutupan lahan tahun 1988, 1998, dan 2008, terutama perubahan tutupan lahan menjadi lahan permukiman dengan ERDAS 8.6., dengan *tools Interpreter (GIS Analysis-Matrix)*. Untuk menduga cadangan karbon pada masing-masing tutupan lahan dilakukan dengan teknik survey secara sistematis. Teknik pengambilan sampel adalah *stratified purposive komposit sampling* yang mengacu pada teknik plot yang dikembangkan oleh Hairiah dan Rahayu (2007), tapi dalam penelitian ini dilakukan modifikasi ukuran plot yang kemudian dikonversi pada luasan hektar dari masing-masing tutupan lahan. Ukuran plot untuk pengambilan sampel pohon adalah 10x10 m dan untuk tumbuhan bawah serta serasah diambil pada ukuran plot 1x1 m yang dibuat pada setiap tutupan lahan. Sampel Pohon (batang, dahan, ranting, dan daun) diambil secara komposit dan dianalisis dengan metode non destruktif, sedangkan sampel serasah dan tumbuhan bawah dianalisis dengan metode destruktif. Pendugaan biomassa pohon menggunakan persamaan allometrik (Kattering, 2001), yaitu $BK = 0,11 \cdot D^{2,62}$ dimana D (diameter pohon setinggi dada, cm) dan \bar{n} (berat jenis kayu). Untuk biomassa serasah dan tumbuhan bawah dihitung berdasarkan total berat kering perkuadran (hasil diperoleh dalam satuan gr/m² dan dikonversi ke satuan ton/ha), yaitu dengan rumus: $\text{Total BK (gr)} = BK / BB \times \text{Total BB (gr)}$, dimana BK (berat kering, gr) dan BB (berat basah, gr). Total cadangan karbon diperoleh dari biomassa total dikali 0,46 (konsentrasi C dalam bahan organik sekitar 46 %) (Hairiah dan Rahayu, 2007). Penghitungan perkiraan cadangan

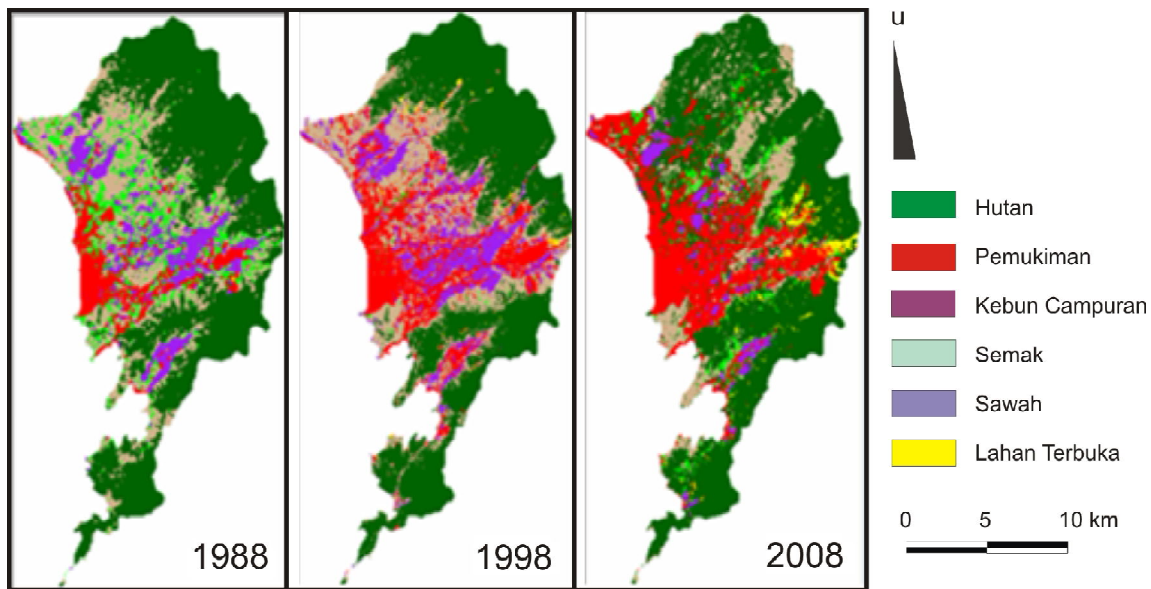
karbon pada masing-masing tutupan lahan pada tahun 1988 dan tahun 1998 adalah berdasarkan hasil perhitungan karbon pada tahun 2008 yang dikonversikan dengan luasan masing-masing tutupan lahan pada tahun 1988 dan tahun 1998.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil analisis Citra Landsat 5+TM tahun 1988, Citra Landsat 7+ETM tahun 1998, dan Citra Landsat 7+ETM tahun 2008, diperoleh data perubahan tutupan lahan selama 20 tahun, yaitu antara tahun 1988 hingga tahun 1998 dan tahun 1998 hingga tahun 2008. Dinamika spasial perubahan tutupan lahan di Kota Padang periode 1988-1998 dan periode 1998-2008 dapat dilihat pada Gambar 1.

Perubahan tutupan lahan menjadi lahan permukiman di Kota Padang terus berkembang, baik pada periode tahun 1988-1998 maupun pada periode tahun 1998-2008. Berkembangnya lahan permukiman pada 20 tahun terakhir umumnya terjadi pada kawasan bagian timur Kota Padang melalui alih fungsi tutupan lahan hutan, kebun, semak, dan sawah menjadi lahan permukiman. Tahun 1988, luasan lahan permukiman adalah 3.157 ha, pada tahun 1998 berkembang menjadi 10.168 ha, dan tahun 2008 berkembang menjadi 16.608 ha. Hal ini berbanding terbalik dengan perubahan luasan lahan hutan, semak, kebun, dan sawah di Kota Padang dalam 20 tahun terakhir. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Tabel 1.

Periode tahun 1988-1998, terjadi penyusutan luas lahan hutan dan berubah menjadi lahan permukiman seluas 625,8 ha, penyusutan luas lahan kebun dan berubah menjadi lahan permukiman seluas 2.397,6 ha, penyusutan luas lahan semak dan berubah menjadi lahan permukiman seluas



Sumber: analisis data

Gambar 1. Model Spasial Perubahan Tutupan Lahan di Kota Padang (Periode tahun 1988-1998 dan 1998-2008)

Tabel 1. Luas Masing-Masing Tutupan Lahan Tahun 1988, 1998, dan 2008 di Kota Padang

No	Tipe Tutupan Lahan	Luas (ha)		
		1988	1998	2008
1	Pemukiman	3.157	10.168	16.608
2	Lahan Terbuka	1.209,7	1.209,7	1.174
3	Semak	4.419,4	2.417,4	2.316
4	Kebun Campuran	13.307,4	10.909,8	7.511
5	Hutan	40.279,5	39.653,7	39.424
6	Sawah	6.743	4.757,4	2.083
7	Sungai dan Laut	380	380	380
Jumlah		69.496	69.496	69.496

Sumber: Hasil Analisis Matrix Citra Landsat 5+TM tahun 1988, Citra Landsat 7+ETM tahun 1998, dan Citra Landsat 7+ETM tahun 2008 dengan ERDAS 8.6 (2011)

2.002 ha, dan penyusutan luas lahan sawah dan berubah menjadi lahan permukiman seluas 1.985,6 ha. Periode tahun 1998-2008 juga terjadi penyusutan luas lahan hutan, kebun, semak, dan sawah yang berubah menjadi lahan permukiman. Penyusutan luas lahan hutan adalah seluas 229,7 ha, luas lahan kebun berkurang seluas 3.398,8 ha, luas lahan semak berkurang seluas 101,4 ha, dan luas lahan sawah berkurang seluas 2.674,4 ha. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Tabel 2.

Terjadinya perubahan luas lahan hutan, kebun, semak, dan sawah menjadi lahan permukiman di Kota Padang periode tahun 1988-1998 maupun periode tahun 1998-2008 mengindikasikan terjadinya perubahan cadangan karbon di Kota Padang, baik pada periode tahun 1988-1998 maupun periode tahun 1998-2008. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Tabel 3.

Kondisi tahun 2008, cadangan karbon di Kota Padang adalah 1.887,932 ton/ha, yang tersebar pada lahan hutan sebesar 1.306,676 ton/ha, pada lahan semak sebesar 131,514 ton/ha, pada lahan kebun sebesar 337,64 ton/ha, dan pada lahan sawah sebesar 112,102 ton/ha. Total cadangan karbon tahun 2008 di Kota Padang dapat dilihat pada Tabel 4.

Kondisi pada tahun 2008, total cadangan karbon di Kota Padang adalah 54.286.364,644 ton, yang tersebar pada lahan hutan sebesar 51.514.394,625 ton, semak sebesar 2.447,514 ton, kebun sebesar 2.536.014,04 ton, dan sawah sebesar 233.508,466 ton. Total cadangan karbon terbesar terdapat pada lahan hutan, sehingga kelestarian lahan hutan harus selalu diupayakan berkelanjutan. Diperolehnya cadangan karbon tahun 2008, diperoleh perkiraan cadangan karbon tahun 1998 dan cadangan karbon tahun 1988. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Tabel 5.

Perkiraan cadangan karbon tahun 1988 adalah sebesar 58.462.483,236 ton, yang tersebar pada lahan hutan sebesar 52.632.255.942 ton, pada lahan semak sebesar 581.212,972 ton, pada lahan kebun sebesar 4.493.110,536 ton, dan pada lahan sawah sebesar 755.903.786 ton. Tahun 1998 perkiraan cadangan karbon berkurang menjadi 56.349.359,972 ton, yang tersebar pada lahan hutan sebesar 51.814.538,101 ton, pada lahan semak sebesar 317.921,944 ton, pada lahan kebun sebesar 3.683.584,872 ton, dan pada lahan sawah sebesar 533.314,055 ton. Kondisi cadangan karbon ini terus berkurang pada tahun 2008, akibat banyaknya lahan-lahan yang berpotensi sebagai penyumbang cadangan karbon di konversi menjadi lahan permukiman.

Dinamika cadangan karbon di Kota Padang mempunyai tipe linear negatif, dimana total cadangan karbon selalu menurun dari tahun 1988, tahun 1998, dan tahun 2008. Hal ini disebabkan oleh terjadinya pengurangan luas lahan hutan, semak, kebun, dan sawah secara konsisten akibat bertambahnya luas lahan yang digunakan untuk permukiman.

Dinamika cadangan karbon pada lahan hutan, semak, kebun, dan sawah di Kota Padang juga memiliki tipe linear negatif, dimana cadangan karbon pada masing-masing tutupan lahan tersebut cenderung menurun tahun 1998 dari cadangan karbon tahun 1988 dan juga cenderung menurun pada tahun 2008 dari cadangan karbon tahun 1998.

Cadangan karbon pada tutupan lahan hutan cenderung lebih besar kalau dibandingkan dengan tutupan lahan semak, kebun, dan sawah, baik pada tahun 1988, maupun pada tahun 1998 dan tahun 2008. Pada tahun 1988, cadangan karbon tahun 1988 pada lahan hutan adalah sebesar 52.632.255,942 ton, tahun 1998 berkurang menjadi 51.814.538,101 ton, dan tahun 2008 berkurang menjadi 51.514.394,624

Tabel 2. Luas Perubahan Tutupan Lahan (ha) menjadi Lahan Permukiman di Kota Padang Periode Tahun 1988-1998 dan Tahun 1998-2008

Perubahan Tutupan Lahan	Tahun		
	1988-1998	1998-2008	Total
Hutan menjadi Permukiman	625,8	229,7	855,5
Lhn Terbuka mjd Permukiman	0,0	35,7	35,7
Semak menjadi Permukiman	2.002	101,4	2.103,4
Kebun menjadi Permukiman	2.397,6	3.398,8	5.796,4
Sawah menjadi Permukiman	1.985,6	2.674,4	4.660

Sumber: Hasil Analisis Matrix Citra Landsat ETM 7+ tahun 1988 dan 1998 dengan ERDAS 8.6 (2011)

Tabel 3. Biomassa dan Cadangan Karbon pada setiap Tutupan Lahan di Kota Padang Tahun 2008

Tutupan Lahan	Jumlah Pohon/ha	Biomassa Pohon		Biomassa Serasah		Biomassa Total (ton/ha)	Karbon (ton/ha)
		(kg/m ²)	(ton/ha)	(kg/m ²)	(ton/ha)		
Hutan	315	267,35	2673,5	16,71	167,1	2.840,6	1.306,676
L. Terbuka	0	0	0	0	0	0	0
Semak	15	2,17	21,7	26,43	264,3	285,9	131,514
Kebun	240	65,62	656,2	7,78	77,8	734,0	337,64
Sawah	0	0,0	0,0	24,37	243,7	243,7	112,102

Sumber: Hasil Analisis Data Penelitian, 2011

Tabel 4. Total Cadangan Karbon Tahun 2008 di Kota Padang

Tutupan Lahan	Luas (ha)	Cadangan Karbon (ton/ha)	Total Cadangan Karbon (ton)
Hutan	39.424	1.306,676	51.514.394,624
Lahan Terbuka	1.174	0	0
Semak	2.316	131,514	2.447,514
Kebun	7.511	337,64	2.536.014,04
Sawah	2.083	112,102	233.508,466
Total	44.997	1.887,932	54.286.364,644

Sumber: Hasil Analisis Data Penelitian, 2011

ton. Sedangkan untuk cadangan karbon pada lahan semak tahun 1988 adalah sebesar 581.212,972 ton, tahun 1998 berkurang menjadi 317.921,944 ton, dan tahun 2008 berkurang menjadi 304.586,424 ton. Tahun 1988, cadangan karbon pada lahan semak adalah sebesar 4.494.110,536 ton, tahun 1998 berkurang menjadi 3.683.584,872 ton, dan tahun 2008 berkurang menjadi 2.536.014,04 ton. Demikian pula hal yang terjadi pada lahan sawah, dimana cadangan karbon pada lahan sawah tahun 1988 adalah sebesar 755.903,786 ton, tahun 1998 juga berkurang menjadi 533.314,055 ton, dan pada tahun 2008 berkurang menjadi 233.508,466 ton. Dinamika cadangan karbon di Kota Padang yang mempunyai tipe linear negatif, dimana cadangan karbon pada setiap tutupan lahan selalu cenderung menurun disebabkan oleh semakin berkembangnya lahan-lahan permukiman pada kawasan-kawasan hutan di Kota Padang, demikian pula dengan terjadinya konversi lahan pertanian (kebun dan sawah) serta lahan semak menjadi lahan permukiman di Kota Padang.

KESIMPULAN DAN SARAN

Dinamika cadangan karbon di Kota Padang umumnya mempunyai tipe linear negatif dengan kecenderungan cadangan karbon menurun dari tahun 1988, 1998, dan tahun 2008, baik pada tutupan lahan hutan, semak, kebun, maupun pada tutupan lahan sawah. Menurunnya jumlah cadangan karbon disebabkan oleh berkurangnya luas lahan hutan, semak, kebun, dan lahan sawah serta bertambahnya luas lahan permukiman, baik pada periode tahun 1988-1998 maupun pada periode tahun 1998-2008. Perlu suatu kebijakan yang berbasis kelestarian cadangan karbon di Kota Padang melalui upaya-upaya pembatasan konversi lahan hutan, semak, kebun, dan sawah menjadi lahan permukiman. Hal ini agar cadangan karbon di Kota Padang tidak berkesinambungan menurun dari tahun ke tahun, dan sangat potensial habis, sehingga dapat menimbulkan bencana ekologis di Kota Padang.

Tabel 5. Total Cadangan Karbon Tahun 2008 dan Perkiraan Total Cadangan Karbon Tahun 1998 dan tahun 1988 pada setiap Tutupan Lahan di Kota Padang

Tutupan Lahan	Tahun 2008			Tahun 1998		Tahun 1988	
	Karbon (ton/ha)	Luas (ha)	Cadangan Karbon (ton)	Luas (ha)	Perkiraan Cadangan Karbon (ton)	Luas (ha)	Perkiraan Cadangan Karbon (ton)
Hutan	1.306,676	39.424	51.514.394,624	39.653,7	51.814.538,101	40.279,5	52.632.255,942
L.Terbuka	0	1.174	0	1.209,7	0	1.209,7	0
Semak	131,514	2.316	304.586,424	2.417,4	317.921,944	4.419,4	581.212,972
Kebun	337,64	7.511	2.536.014,04	10.909,8	3.683.584,872	13.307,4	4.493.110,536
Sawah	112,102	2.083	233.508,466	4.757,4	533.314,055	6.743	755.903,786
Total			54.588.503,544		56.349.359,972		8.462.483,236

Sumber: Hasil Analisis Data Penelitian, 2011

DAFTAR PUSTAKA

- [BPS] Badan Pusat Statistik. 1981. *Padang dalam Angka*. BPS Kota Padang. Sumatera Barat
- [BPS] Badan Pusat Statistik. 1995. *Padang dalam Angka*. BPS Kota Padang. Sumatera Barat
- [BPS] Badan Pusat Statistik. 2006. *Padang dalam Angka*. BPS Kota Padang. Sumatera Barat
- Dahroni. 2008. Analisis Keruangan Terhadap Perubahan dan Persebaran Permukiman Kumuh di Kecamatan Banjarsari Kota Surakarta Tahun 2001 – 2005. *Forum Geografi*, Vol. 22, No. 1, Juli 2008: 85 - 96
- Departemen Kehutanan dan IFCA. 2007. *REDDI, Reducing Emissions from Deforestation and Forest Degradation in Indonesia, REDD Methodology and Strategies Summary for Policy Makers*. Dephut. Jakarta
- Hairiah, K dan Rahayu, S. 2007. *Pengukuran "Karbon Tersimpan" di Berbagai Macam Penggunaan Lahan. Bogor*. World Agroforestry Centre – ICRAF, SEA Regional Office, University of Brawijaya, Unibraw, Indonesia.
- Harun, U.R. 1992. *Dinamika Penggunaan Sumberdaya Lahan di Jawa Barat 1970-1990*. *Jurnal PWK*. 3: 48-53
- Ketterings, Q.M., Coe R., Meine van Noordwijk., Ambagau Y., Palm C.A. 2001. *Reducing Uncertainty in the of Allometric Biomass Equation for Predicting Aboveground Tree Biomass in Mixed Secondary Forest*. *Forest Ecology and Management* 146: 199-209
- Kustiawan, I. 1997. *Permasalahan Konversi Lahan Pertanian dan Implikasinya terhadap Penataan Ruang Wilayah*. Studi Kasus: Wilayah Pantura Jawa Barat. *Jurnal PWK*. 8: 49-60
- Lusiana, Betha., Meine van Noordwijk., Surbekti Rahayu. 2005. *Cadangan Karbon di Kabupaten Nunukan Kalimantan Timur: Monitoring Secara Spasial dan Pemodelan*. ICRAF. Bogor
- Pribadi, D.O., D. Shiddiq, dan M. Ermyanila. 2006. *Model Perubahan Tutupan Lahan dan Faktor-Faktor yang Mempengaruhinya*. *Jurnal Teknologi Lingkungan*. Pusat Pengkajian dan Penerapan Teknologi Lingkungan. 7: 35-51
- Ritohardoyo, S. 2007. Perubahan Permukiman Perdesaan Pesisir Kabupaten Gunung Kidul Daerah Istimewa Yogyakarta Tahun 1996-2003. *Forum Geografi*, Vol. 21, No. 1, Juli 2007: 78 - 92
- WWF. 2008. *Deforestation, Forest Degradation, Biodiversity Loss and CO2 Emissions in Riau, Sumatra, Indonesia-One Indonesian Province's Forest and Peat Soil Carbon Loss over a Quarter Century and its Plan for the Future*. WWF Indonesia Technical Report. Jakarta.
- Zain, A.F.M. 2002. *Distribution, Structure dan Function of Urban Green Space in Southeast Asian Mega-Cities with Special Reference to Jakarta Metropolitan Region (JABOTABEK)*. Doctoral Degree Program. Department of Agricultural and Environmental Biology Graduate School of Agricultural and Life Sciences. The University of Tokyo. Japan